

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-283427

(43)Date of publication of application : 07.10.1994

(51)Int.Cl.

H01L 21/205

(21)Application number : 05-071304

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 30.03.1993

(72)Inventor : FURUKAWA AKIHIKO

IIDA YOSHINORI

YAMAGUCHI TETSUYA

ISHIZUKA YOSHIKI

IHARA HISANORI

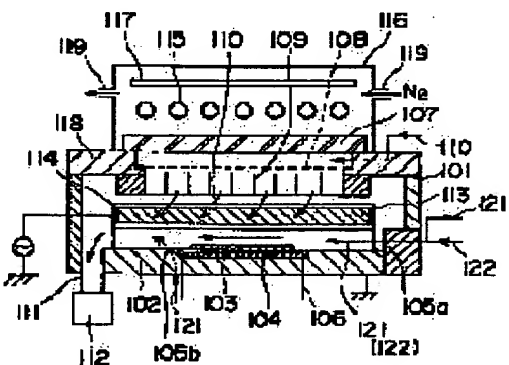
NOZAKI HIDETOSHI

## (54) CVD SYSTEM

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To provide a CVD system for quality film and improved throughput by using a first nozzle for supplying both source gas 122 and etching gas, and a second nozzle down the stream of gas from the first nozzle.

**CONSTITUTION:** A gas nozzle 105a is commonly used to supply source gas 122 and etching gas (SF<sub>6</sub>). Another gas nozzle 105b is provided down the stream of the etching gas to supply etching gas 121 so that etching species (radical and atom of F) may spread downstream. As a result, the etch rate on the downstream side increases, and thus the etch rate 101 becomes uniform. This system prevents the thinning of the etching gas 121 on the downstream side, and a significant decrease in etch rate due to a decrease in etching species on the downstream side.



(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-283427

(43)公開日 平成6年(1994)10月7日

(51)Int.Cl.<sup>3</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 0 1 L 21/205

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 19 頁)

(21)出願番号 特願平5-71304

(22)出願日 平成5年(1993)3月30日

(71)出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72)発明者 古川 章彦

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝研究開発センター内

(72)発明者 飯田 義典

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝研究開発センター内

(72)発明者 山口 鉄也

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝研究開発センター内

(74)代理人 弁理士 鈴江 武彦

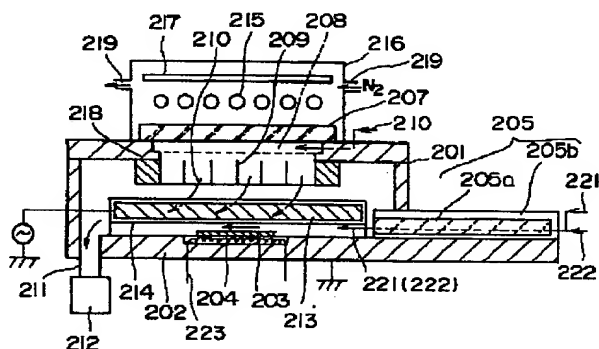
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 CVD装置

(57)【要約】

【目的】クリーニング用電極を備えた光CVD装置において、クリーニング時間の短縮化によってスループットを向上させること。

【構成】基板203を収容して成膜を行なうための反応室201と、反応室201内に材料ガス222またはエッチングガス221を供給するためのスリットノズル205と、材料ガス22に光を照射するための光源215と、反応室201に設けられたクリーニング用電極213とを備えた光CVD装置において、上記スリットノズル205が、エッチングガスの下流方向に可動自在であるスリットノズル本体205bと、このスリットノズル本体205bを収容するためのノズルホルダー205aとで構成されていることを特徴とする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】基板を收容して成膜を行なうための反応室と、

前記反応室内に成膜用の材料ガスを供給するためのガスノズルと、

前記反応室内に導入された前記材料ガスに光を照射するための光照射手段と、

前記反応室内に被着物除去用のエッチングガスを供給するためのガスノズルと、

前記反応室内に設けられた被着物除去用の放電電極とを具備してなるCVD装置において、

前記材料ガスを供給する前記ガスノズルは、前記エッチングガスを供給する前記ガスノズルと共通に用いられる第1のガスノズルと、この第1のガスノズルから供給されるガスの下流に設けられた第2のガスノズルとからなることを特徴とするCVD装置。

【請求項2】基板を收容して成膜を行なうための反応室と、

前記反応室内に成膜用の材料ガスまたは被着物除去用のエッチングガスを供給するためのガスノズルと、

前記反応室内に導入された前記材料ガスに光を照射するための光照射手段と、

前記反応室内に設けられた被着物除去用の放電電極とを具備してなるCVD装置において、

前記ガスノズルは、エッチングガスの下流方向に可動自在であることを特徴とするCVD装置。

【請求項3】基板を收容して成膜を行なうための反応室と、

前記基板の温度を制御するための第1の温度制御手段と前記反応室内に成膜用の材料ガスまたは被着物除去用のエッチングガスを供給するためのガスノズルと、

前記基板以外の部分の温度を制御するための第2の温度制御手段とを具備してなることを特徴とするCVD装置。

【請求項4】基板を收容して成膜を行なうための反応室と、

前記基板の温度を制御するための第1の温度制御手段と、

前記反応室内に成膜用の材料ガスまたは被着物除去用のエッチングガスを供給するためのガスノズルと、

加熱された熱媒または冷却された熱媒の一方を選択的に前記基板以外の部分に循環させることにより、前記基板以外の部分の温度を制御する第2の温度制御手段とを具備してなることを特徴とするCVD装置。

【請求項5】基板を收容して成膜を行なうための反応室と、

前記反応室内の上方に設けられ、前記反応室内に導入された材料ガスに光を照射するための光源と、

この光源からの光が非成膜時に前記基板に照射されるのを防止するための光遮断器とを具備してなることを特徴

とするCVD装置において、

前記光遮断器は、前記基板を加熱するための加熱手段を有することを特徴とするCVD装置。

【請求項6】基板を收容して成膜を行なうための反応室と、

前記反応室の上方に設けられ、前記反応室内に導入された材料ガスを光分解するための光源と、

この光源からの光が非成膜時に前記基板に照射されるのを防止するための光遮断器とを具備してなることを特徴とするCVD装置において、

前記光遮断器は、前記光源からの光のうち、紫外光を遮断し、赤外光を透過することを特徴とするCVD装置。

【請求項7】基板を收容して成膜を行なうための反応室と、

前記反応室の上方に設けられ、前記反応室内に導入された材料ガスに光を照射するための光源と、

前記光源からの光を前記反応室内の所定領域に照射するための光導入窓と、

前記反応室内に水銀ガスを導入するための第1のガスノズルと、

前記光導入窓の下部に設けられ、前記水銀ガスが前記基板の表面に押さえ付けられるように、前記材料ガスを前記反応室内に導入するための第2のガスノズルとを具備してなることを特徴とする光CVD装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明はCVD装置に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、シラン、ジボラン等の材料ガスを光エネルギーにより分解して、化学反応により、半導体薄膜等を形成する光CVD法が注目されている。これは従来の熱エネルギーにより材料ガスを分解する熱CVD法に比べ、光CVD法はより低い温度で成膜できるという利点があるからである。また、プラズマCVD法とは異なり、膜形成に寄与している反応種がラジカルであるため、荷電粒子による基板への損傷が極力抑えられ、しかも高い制御性を有しているので高品質の薄膜を形成できるからである。

【0003】ところで、光CVD法においては、一般に、反応生成物は全てが基板に被着する訳ではなく、反応室内の内壁にも被着する。反応室内の内壁に被着した膜が剥がれると、反応室内にダストが発生し、歩留りが低下する。このため、反応室内の内壁に被着した膜を除去する必要がある。除去方法としては、分解クリーニング法や、プラズマ放電クリーニング法などが提案されている。

【0004】分解クリーニング法は反応室を大気に開放して、その構成部品に被着した膜を化学的、機械的方法によって除去するというものである。しかし、この方法では反応室が大気に晒されるために、反応室内の内壁に大

気中の汚染物が吸着する。このため、汚染物を除去するために真空排気プロセスが新たに必要となり、スループットが低下するという問題がある。

【0005】一方、プラズマ放電クリーニング法は、クリーニング用電極によりプラズマを発生させ、このプラズマにより被着物を除去するというもので、大気に曝すことなく被着物を除去できる。

【0006】図16～図18に従来のクリーニング用電極を備えた光CVD装置の概略構成図を示す。図16は横から見た場合の概略構成図を示し、図17は上から見た場合の概略構成図を示し、図18はガス流の下流側から正面を見た場合の概略構成図を示している。

【0007】図中、1は反応室を示しており、この反応室1内にはステージ2が設置され、その中央部には基板3を載置するためのヒーターを内蔵したホットプレート4が設けられている。

【0008】また、上記反応室1内には側面に設けられたスリットノズル5からシート状に材料ガス6が導入されるとともに、光導入窓7の下部に設けられたメッシュプレート8および石英板からなるフローガードプレート9とを介してパージガス10、例えば、Arガスが反応室1の下方向に向かって導入され、材料ガス6を強制的に押さえ付けることによって材料ガス6が基板3の表面を層流状に流れるようになっている。そして、これらのガスはスリットノズル5と反対方向に設けられた排気口11から排気ポンプ12により外部に排気される。

【0009】また、反応室1のクリーニングのために、光入射経路を塞がず、且つスリットノズル5や、メッシュプレート8およびフローガードプレート9を介して導入されるガスの妨げにならないように、図17に示すように、光導入窓部7の直下を外れた外側の位置にステージ2を囲む形でクリーニング用電極13が設置されている。このクリーニング用電極13は反応室内1の壁と絶縁され、更に、スパッタによる汚染を防止するために、石英ガラス14で覆われている。

【0010】一方、反応室1の上部には光CVDのための低圧水銀ランプなどからなる光源15を収容するランプハウス16が設けられており、更にこの光源15からの光を反射する反射板17がこの光源15の後部に取り付けられている。そして、反応室1とランプハウス16との間は、例えば、合成石英板からなる光導入窓7とそれを支えるためのホルダー板18で仕切られている。なお、図中、19はランプハウス16の内部にパージガスであるN<sub>2</sub>を導入、排気するためのパイプを示している。

【0011】次にこのように構成された光CVD装置を用いた場合について、例えば、基板3にアモルファスシリコン膜を形成した後の反応室1のプラズマクリーニングについて以下に説明する。

【0012】まず、反応室1から基板3を搬出させる。

次にスリットノズル5からエッチングガス21として、SF<sub>6</sub>とO<sub>2</sub>との混合ガスを導入し、同時にメッシュプレート8およびフローガードプレート9を介してパージガス10としてのArガスを反応室1内に導入する。そして、クリーニング用電極13に高周波電力を印加し、プラズマを発生させる。このプラズマによって、反応室1内に堆積した不要なアモルファスシリコン膜がエッチングされる。ここで、Arガス10を導入するのは、光導入窓7がエッチングされて曇り、光透過率が低下することを防ぐためである。

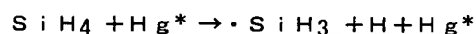
【0013】この不要なアモルファスシリコン膜がエッチングされる状況を観察すると、最初にスリットノズル5の近傍の上流側のエッチングが完了し、そして、このエッチング完了領域が徐々に下流側に移動しながら、アモルファスシリコン膜のエッチングが広がって行くことが判る。

【0014】すなわち、エッチング完了までのスピードはエッチングガスを導入した上流領域では早く、下流に行くにしたがって遅くなるという傾向があり、特に基板3が載置される領域よりもさらに下流領域ではその傾向が強くなって来る。

【0015】本発明者等の調べによれば、エッチング完了までの時間は、上流領域に対して下流領域の最も遅い部分は約10倍前後かかる。これは光導入窓7の曇り防止用に導入されたArガス10によって下流側ではエッチングガスSF<sub>6</sub>が希釈されるためと、SF<sub>6</sub>が放電によって分解されてできる原子状フッ素等のエッチング種が、下流側でSO<sub>2</sub>と反応して減少するためであると考えられる。

【0016】このように従来のクリーニング用電極13を備えた光CVD装置では、下流領域のエッチング完了時間が上流領域のその何倍にもなり、下流領域のエッチング完了時間によって反応室1のクリーニング時間が律速されていた。すなわち、従来のプラズマにより堆積物を除去する光CVD装置では、下流領域のエッチングが完了するまでの時間が長いため、クリーニング時間が非常に長くなり、スループットが低下するという問題があった。

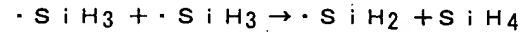
【0017】ところで、材料ガスとしてシラン(SiH<sub>4</sub>)ガスをを用いた光CVD法においては、材料ガスを直接紫外光により分解できないので、下記に示す化学反応を利用する分解方法、つまり、水銀増感法が用いられることが多い。



【0018】ここで、Hg\*は励起水銀を、 $\cdot\text{SiH}_3$ はSiH<sub>3</sub>ラジカルを表している。具体的には、例えば、SiH<sub>4</sub>ガスは90℃程度に加熱された水銀溜を通して水銀蒸気と混合された状態でガスノズルを介して反応室内に導入されるとともに、反応室内に導入された直後から始まる紫外光の照射により、SiH<sub>4</sub>ガスは上記

反応式に従って $\text{SiH}_3$  ラジカルに分解される。

【0019】 $\text{SiH}_3$  ラジカルの多くは、基板3から離れたスリットノズル5の近傍の領域で生成され、拡散あるいはドリフト等により基板3に到達する、このとき、 $\text{SiH}_3$  ラジカルの一部は、基板3に到達するまでに、下記に示す2次反応によって $\text{SiH}_2$  ラジカルに変わる。



ここで、 $\cdot\text{SiH}_2$  は $\text{SiH}_2$  ラジカルを表している。

【0020】この $\text{SiH}_2$  ラジカルは、 $\text{SiH}_3$  ラジカルに比べて極めて反応性が高いため、基板3に $\text{SiH}_2$  ラジカルが飛来すると、マイグレーションなどをほとんど行わずに成膜反応を起こす。 $\text{SiH}_2$  ラジカルが成膜に寄与すると、アモルファスシリコン膜中の結合状態が変化し、品質が低下する。

【0021】このため、例えば、6インチウェハにアモルファスシリコン膜を成膜する場合には、ガスノズル側（上流側）では、成膜に寄与する $\text{SiH}_2$  ラジカルの飛来する割合が少ないため、ある程度高品質なアモルファスシリコン膜を得ることができる。

【0022】しかしながら、ガスノズルと反対側（下流側）では、 $\text{SiH}_2$  ラジカルが多量に基板3に飛来するため、品質の低いアモルファスシリコン膜しか得られない。このため、ウェハ面の広範囲にわたって、高品質なアモルファスシリコン膜を形成することができなかった。

【0023】ところで、従来の光CVD装置においては、光エネルギーの供給源となる光源からの光は、成膜に大きく寄与する紫外光の他に赤外光も含んでいる。この結果、成膜開始時における基板の温度上昇は、赤外光の照射により急激なものとなる。このため、基板の急激な温度上昇により膜厚方向の膜質が不均一になるという問題があった。

【0024】

【発明が解決しようとする課題】上述の如く、従来の光CVD装置においては、歩留まりの低下を防止するために、成膜の際に反応室内壁に被着した膜を除去する必要がある。プラズマ放電クリーニング法を用いれば、大気に曝すことなく被着物を除去できるが、放電電極の配置に制約があるのでクリーニング時間が長くなり、スループットが低下するという問題があった。

【0025】また、従来の光CVD装置において、アモルファスシリコン膜の材料ガスとして $\text{SiH}_4$  を用いた場合には、アモルファスシリコン膜の堆積に直接寄与する $\text{SiH}_3$  ラジカルの他に、この $\text{SiH}_3$  ラジカルが下流側に輸送されるに伴って、膜質劣化の原因となる $\text{SiH}_2$  ラジカルが増加するため、ウェハ面の広範囲にわたって、高品質なアモルファスシリコン膜を形成することができないという問題があった。

【0026】更にまた、従来の光CVD装置において

は、光源からの光は成膜に大きく寄与する紫外光の他に赤外光も含んでいるため、この赤外光の照射によって、成膜開始時に基板が急激に加熱され、膜厚方向の膜質が不均一になるという問題があった。

【0027】本発明は、上記事情を考慮してなされたもので、その解決しようとする課題は、膜質の不均一性や、スループットの低下を防止し得るCVD装置を提供することにある。

【0028】

【課題を解決するための手段】上記の課題を解決するために、本発明のCVD装置（請求項1）は、基板を収容して成膜を行なうための反応室と、前記反応室内に成膜用の材料ガスを供給するためのガスノズルと、前記反応室内に導入された前記材料ガスに光を照射するための光照射手段と、前記反応室内に被着物除去用のエッチングガスを供給するためのガスノズルと、前記反応室内に設けられた被着物除去用の放電電極とを備えたCVD装置において、前記材料ガスを供給する前記ガスノズルが、前記エッチングガスを供給する前記ガスノズルと共通に用いられる第1のガスノズルと、この第1のガスノズルから供給されるガスの下流に設けられた第2のガスノズルとからなることを特徴とする。

【0029】また、本発明の他のCVD装置（請求項2）は、基板を収容して成膜を行なうための反応室と、前記反応室内に成膜用の材料ガスまたは被着物除去用のエッチングガスを供給するガスノズルと、前記反応室内に導入された前記材料ガスに光を照射するための光照射手段と、前記反応室内に設けられた被着物除去用の放電電極とを備えたCVD装置において、前記ガスノズルが、エッチングガスの下流方向に可動自在であることを特徴とする。

【0030】また、本発明の他のCVD装置（請求項3）は、基板を収容して成膜を行なうための反応室と、前記基板の温度を制御するための第1の温度制御手段と、前記反応室内に成膜用の材料ガスまたは被着物除去用のエッチングガスを供給するためのガスノズルと、前記基板以外の部分の温度を制御するための第2の温度制御手段とを備えたことを特徴とする。

【0031】また、本発明の他のCVD装置（請求項4）は、基板を収容して成膜を行なうための反応室と、前記基板の温度を制御するための第1の温度制御手段と、前記反応室内に成膜用の材料ガスまたは被着物除去用のエッチングガスを供給するためのガスノズルと、加熱された熱媒または冷却された熱媒の一方を選択的に前記基板以外の部分に循環させることにより、前記基板以外の部分の温度を制御する第2の温度制御手段とを備えたことを特徴とする。

【0032】また、本発明の他のCVD装置（請求項5）は、基板を収容して成膜を行なうための反応室と、前記反応室内の上方に設けられ、前記反応室内に導入さ

れた材料ガスに光を照射するための光源と、この光源からの光が非成膜時に前記基板に照射されるのを防止するための光遮断器とを備えたCVD装置において、前記光遮断器が、前記基板を加熱するための加熱手段を有することを特徴とする。

【0033】また、本発明の他のCVD装置（請求項6）は、基板を収容して成膜を行なうための反応室と、前記反応室の上方に設けられ、前記反応室内に導入された材料ガスに光を照射するための光源と、この光源からの光が非成膜時に前記基板に照射されるのを防止するための光遮断器とを備えたCVD装置において、前記光遮断器が、前記光源からの光のうち、紫外光を遮断し、赤外光を透過することを特徴とする。

【0034】また、本発明の他のCVD装置（請求項7）は、基板を収容して成膜を行なうための反応室と、前記反応室の上方に設けられ、前記反応室内に導入された材料ガスを光分解するための光源と、前記光源からの光を前記反応室内の所定領域に照射するための光導入窓と、前記反応室内に水銀ガスを導入するための第1のガスノズルと、前記光導入窓の下部に設けられ、前記水銀ガスが前記基板の表面に押さえ付けられるように、前記材料ガスを前記反応室内に導入するための第2のガスノズルとを備えたことを特徴とする。

【0035】

【作用】本発明のCVD装置（請求項1）によれば、材料ガスの供給と共通に用いられる第1のガスノズルから供給されるエッチングガスの下流に、第2のガスノズルが設けられているので、この第2のガスノズルから供給されるエッチングガスによって、下流側にもエッチング種が十分に行き渡る。

【0036】したがって、従来のCVD装置に比べて、下流側のエッチング速度が速まるので、反応室内のクリーニング時間が大幅に短縮され、スループットの向上を図ることができる。

【0037】また、本発明の他のCVD装置（請求項2）によれば、ガスノズルがエッチングガスの下流方向に可動自在であるので、エッチング完了領域が下流側に進行していくのに伴って、上記ガスノズルを下流方向に移動させることによって、エッチング種が下流領域にも十分供給される。

【0038】したがって、従来のCVD装置に比べて、下流側のエッチング速度が速まるので、反応室内のクリーニング時間が大幅に短縮され、スループットの向上を図ることができる。

【0039】また、本発明の他のCVD装置（請求項3、4）によれば、基板の温度を制御するための第1の温度制御手段と、基板以外の部分の温度を制御するための第2の温度制御手段とによって、成膜時には基板の温度を高く、基板以外の部分の温度を低くすることにより、基板以外の部分に被着する堆積物（不要堆積物）の

量を大幅に低減できる。

【0040】一方、基板以外の部分に被着した不要堆積物のエッチング除去時には基板およびそれ以外の部分の温度を高くすることにより、不要堆積物のエッチング速度を速めることができる。

【0041】したがって、成膜時における不要堆積物の低減化および不要堆積物のエッチング速度の増加によって、従来のCVD装置に比べて、反応室内のクリーニング時間が大幅に短縮され、スループットの向上を大幅に図ることができる。

【0042】また、本発明の他のCVD装置（請求項5）によれば、基板を加熱するための加熱手段を有する光遮断器によって、成膜開始前にあらかじめ基板を加熱しておくことによって、成膜開始直後の基板の急激な温度上昇を防止できる。したがって、終始安定した基板温度で成膜を行なうことができるので、膜厚方向に対する膜質を均一化することができる。

【0043】また、本発明の他のCVD装置（請求項6）によれば、紫外光を遮断し、赤外光を透過する光遮断器によって、成膜開始直後における赤外光による基板の急激な温度上昇を防止できる。したがって、終始安定した基板温度で成膜を行なうことができるので、膜厚方向の膜質が均一な膜が得られる。

【0044】また、本発明の他のCVD装置（請求項7）によれば、水銀ガスを反応室内に導入するための第1のガスノズルと、水銀ガスが基板の表面に押さえ付けられるように、前記材料ガスを前記反応室内に導入するための第2のガスノズルとによって、材料ガスと水銀ガスとの混合ガスは基板表面の全面近傍で形成され、そこで光照射により成膜に直接寄与する反応種が形成される。

【0045】このため、反応室の外部であらかじめ形成された材料ガスと水銀ガスとの混合ガスを反応室内に導入する場合に比べて、成膜に直接寄与する反応種が基板に飛来するまでの時間が短縮される。

【0046】したがって、上記反応種が基板表面の全面に飛来する前に、上記反応種が成膜に悪影響を与える反応種に変化する反応を抑制できるので、基板面内で膜質が均一な膜が得られる。

【0047】

【実施例】以下、図面を参照しながら実施例を説明する。

【0048】図1は、本発明の一実施例に係る光CVD装置の概略構成図である。図1（a）は横から見たときの概略構成図を示し、図1（b）は上から見たときの概略構成図を示している。

【0049】図中、101は反応室を示しており、この反応室101内にはステージ102が設置され、その中央部には基板103を載置するためのヒーター106を内蔵したホットプレート104が設けられている。

【0050】また、上記反応室101には図1.6~図1.8に示した従来の光CVD装置と同様のスリットノズル105a(第1のガスノズル)が設けられており、更に、このスリットノズル105aから反応室101内に供給されるガスの下流位置、すなわち、ホットプレート104の下流側のステージ2には従来にないスリットノズル105b(第2のガスノズル)が設けられている。

【0051】また、図中、110はパージガス(例えば、Arガス)を示しており、このパージガス110は、光導入窓107の下部に設けられたメッシュプレート108および石英板からなるフローガードプレート109とを介して反応室101の下方に向かって導入される。このようにして導入されたパージガス110によって材料ガス122は基板103の表面に押さえ付けられ、そして、これらガス110、122は、排気ポンプ112によりスリットノズル105aの反対側に設けられ排気口111から外部に排気される。

【0052】また、反応室101のクリーニングのために、光入射経路を塞がず、且つスリットノズル105a、105b、並びにメッシュプレート108およびフローガードプレート109を介して導入されるガスの妨げにならないように、光導入窓107の直下を外れた外側の位置にステージ102を囲む形でクリーニング用電極113(被着物除去用の放電電極)が設置されている。そして、このクリーニング用電極113は反応室101の内壁と絶縁されるとともに、スパッタによる汚染を防止するために、保護膜114(例えば、石英ガラス)でその表面が覆われている。また、上記光導入窓107としては、例えば、合成石英板からなるものを用いる。

【0053】一方、反応室101の上部には、例えば、低圧水銀ランプからなる光源115を収容するランプハウス116が設けられ、その後部には反射板117が取り付けられている。そして、反応室101とランプハウス116との間は、光導入窓107およびそれを支えるためのホルダー板118で仕切られている。なお、図中、119はランプハウス116内にパージガスであるN<sub>2</sub>を導入し、排気するためのパイプを示している。

【0054】このように構成された光CVD装置により、例えば、アモルファスシリコン膜の成膜を行なうときには、従来の場合と同様に、ホットプレート104上に基板103を設置・加熱した状態で、メッシュプレート108とフローガードプレート109とを介してパージガス110を反応室101の下方に導入し、また、スリットノズル105aからシート状に導入した材料ガス122、例えば、水銀蒸気を混入したSiH<sub>4</sub>ガスを押さえ付けて、基板103上に層流状に流す。そして、上方より光源115からの光を基板103上に照射することによって基板103の表面にアモルファスシリコン膜が形成される。

【0055】一方、反応室101内のクリーニングを行なうときには、まず、基板103を反応室101から取り出し、次いでメッシュプレート108とフローガードプレート109とを介して不活性なパージガス110を反応室101の下方に導入しながら、エッチングガス121として、例えば、SF<sub>6</sub>/O<sub>2</sub>混合ガスをスリットノズル105aおよびスリットノズル105bの両方から導入する。ここで、スリットノズル105bからはSF<sub>6</sub>ガスだけでも良い。

【0056】そして、この状態でクリーニング用電極113に高周波電力を印加してプラズマ放電を発生させることによりエッチングガス121を分解し、これによって成膜時に形成された反応室101内の不要な堆積膜をエッチング除去する。このとき、光導入窓107の下部は不活性なパージガス110により覆われているため、光導入窓107がエッチングされて光透過率が低下するという事はない。

【0057】本実施例の光CVD装置によれば、材料ガス122の供給と共通に用いられるガスノズル105aから供給されるエッチングガス(SF<sub>6</sub>)の下流に、独立のガスノズル105bが設けられているので、この独立のガスノズル105bから供給されるエッチングガス121によって、下流側にもエッチング種(Fラジカルおよび原子状F)が十分に行き渡る。

【0058】この結果、下流側領域でのエッチングスピードが向上し、反応室101内のエッチングスピードが均一化され、これによって、下流側でエッチングガス121が希釈されたり、エッチング種が減少して下流領域のエッチング速度が大幅に低下するという従来の光CVD装置の欠点を解消できる。

【0059】したがって、従来のCVD装置に比べて、反応室101内のクリーニング時間が大幅に短縮され、スループットの向上を図ることができる。なお、ステージ102の部分に設けられたスリットノズル105bの設置場所は、ホットプレート4の下流側のステージ2部分に限定されるものではなく、スリットノズル105aよりも下流であれば、ホットプレート4の周辺でいかなる形状のものであっても良い。

【0060】図2は、本発明の他の実施例に係る光CVD装置の概略構成図である。図2(a)は上から見たときの概略構成図を示し、図2(b)は横から見たときの概略構成図を示している。なお、以下の図において、前出したものと対応する部分には図1と同一符号を付し、詳細な説明は省略する。

【0061】本実施例の光CVD装置が先の実施例と異なる点は、エッチングガス121および材料ガス122の導入のために共通に用いられるガスノズル105aとは独立の二つのガスノズル105c、105dが、ガスノズル105aが設けられた反応室101の側面に対して垂直な二つの側面にそれぞれ設けられていることにある。

る。

【0062】このように構成された光CVD装置を用いて成膜を行なうには、先の実施例の場合と同様に、スリットノズル105aから材料ガス122を反応室101内に導入し、シート状の材料ガス122を基板103上に流す。

【0063】一方、反応室101をクリーニングするときには、メッシュプレート108とフローガードプレート109とを介してAr等のパージガス110を反応室101の下方に導入するとともに、エッチングガス121、例えば、アモルファスシリコン膜を除去するにはSF<sub>6</sub>/O<sub>2</sub>混合ガスをスリットノズル105a、105c、105dから反応室101内に導入する。なお、先の実施例と同様にスリットノズル105c、105dからはSF<sub>6</sub>ガスのみでも良い。そして、この状態でクリーニング用電極113に高周波電力を印加してプラズマ放電を発生させることによりエッチングガス121を分解し、これによって反応室101内の不要な膜をエッチング除去する。

【0064】本実施例の光CVD装置においても、材料ガス121およびエッチングガス122の導入に共通に用いられるガスノズル105aに加えて、このガスノズル105aよりも下流側の両側面に設けられたガスノズル105c、105dからもエッチングガス121が導入される。

【0065】このため、下流領域でエッチングガス121が希釈されたり、エッチング種が減少することがないので、先の実施例と同様に下流領域でのエッチング速度が向上し、反応室101内のエッチング速度が略均一化する。したがって、反応室101内のクリーニング時間を大幅に短縮でき、スループットの向上を図ることができる。

【0066】図3～図5は本発明の他の実施例に係る光CVD装置の概略構成図である。図3は横から見たときの概略構成図（成膜時）を示し、図4も横から見たときの概略構成図（エッチング時）を示し、図5はガス流の下流側から正面を見たときの概略構成図（エッチング時）を示している。

【0067】図中、201は反応室を示しており、この反応室201内にはステージ202が設置され、その中央部には基板203を載置するためのヒーター223を内蔵したホットプレート204が設けられている。そして、反応室201内にはガスを導入するためのスリットノズル205（ガスノズル）が、図16～図18に示した従来の光CVD装置と同じ側面位置に設けられている。

【0068】ここで、本実施例の光CVD装置が従来のそれと異なる点は、従来の光CVD装置の場合、図16～図18に示したように、スリットノズル5は固定されたものであるのに対して、本実施例のスリットノズル2

05はノズルホルダー205aとスリットノズル本体205bとから構成され、このスリットノズル本体205bが従来のノズル先端位置から必要に応じて前方（ガス流の下流方向）に迫り出すことができるようになっていることにある。

【0069】なお、クリーニング用電極213は、スリットノズル本体205bが前方に迫り出してきたときに接触しないように配置されている。その他の部分は上述した従来の光CVD装置と同様であるので、ここではそれらについての詳細な説明については省略する。なお、図中、218はホルダー板を示し、219はランプハウス216の内部にパージガスであるN<sub>2</sub>を導入し、排気するためのパイプを示している。次にこのように構成された光CVD装置を用いたアモルファスシリコン膜の成膜について説明する。

【0070】まず、図3に示すように、ノズルホルダー205a内にスリットノズル本体205bが収容された状態（スリットノズル本体205bを迫り出さない状態）にし、この状態でホットプレート204上に載置された基板203を所定の温度に加熱する。

【0071】次いで基板203の温度が安定したら、メッシュプレート208およびフローガードプレート209とを介してパージガス210（例えば、Ar）を反応室201の下方に導入し、このパージガス210によって、スリットノズル205から反応室201内に導入されたアモルファスシリコン膜となるシート状の材料ガス222（例えば、水銀蒸気を混入したSiH<sub>4</sub>ガス）を押さえ付けて、基板203上に層流状の材料ガス206を流す。

【0072】そして、反応室201の上方に設けられた光源215からの光を基板203上に照射することによって、基板203の表面にアモルファスシリコン膜が形成される。このとき、パージガス210によって光入射窓207では膜形成が進まないため、一定の成膜速度をもって良質なアモルファスシリコン膜が基板203上に形成される。

【0073】一方、反応室203をクリーニングするときは、まず、基板203を反応室201の外に取り出し、この後、メッシュプレート208およびフローガードプレート209とを介してパージガス210を反応室201の下方に導入しながら、エッチングガス221（例えば、SF<sub>6</sub>/O<sub>2</sub>混合ガス）をスリットノズル205から導入する。

【0074】そして、この状態でクリーニング用電極213に高周波電力を印加してプラズマ放電を発生させることによりエッチングガス221を分解し、これによって反応室201内の不要な膜をエッチング除去する。

【0075】このエッチングに際して、エッチングの開始時点では、図3に示したように、ノズルホルダー205a内にスリットノズル本体205bが収容された状



態（スリットノズル本体205bを迫り出さない状態）にしておく。

【0076】その後、エッチングが進むに連れて、エッチング完了領域は上流側から下流側に次第に広がっていくが、その広がり状態に合わせてスリットノズル本体205bを、図4および図5に示したように下流方向に迫り出しながらエッチングを行なっていくため、エッチング種が下流領域にも十分供給される。

【0077】これについてエッチングガスとして、SF<sub>6</sub>/O<sub>2</sub>混合ガスを用いた場合を例に具体的に説明すると、従来の光CVD装置においては、スリットノズルが固定されているので、パージガスによって下流側ではSF<sub>6</sub>ガスが希釈され、更に、このSF<sub>6</sub>ガスの放電分解によって生成された原子状Fが、下流側でSO<sub>2</sub>と反応して減少するために、下流領域のエッチング速度が大幅に低下する。

【0078】一方、本実施例の光CVD装置によれば、エッチングが進み、エッチング完了領域が下流側に進行していくのに伴ってスリットノズル本体205bが下流方向に伸び出していくため、エッチング種である原子状Fが下流領域にも十分供給されるため、下流側でのエッチング速度が非常に加速される。したがって、反応室201内のクリーニング時間は大幅に短縮され、スループットの向上を図ることができる。

【0079】かくして本実施例によれば、反応室内に堆積した不要な膜をプラズマによってエッチング除去する、いわゆる、プラズマクリーニングにおいて、エッチング完了領域の進む方向に可動できるスリットノズルの採用により、従来遅かった下流側でのエッチング速度が非常に加速され、クリーニング時間が大幅に短縮される結果、スループットを大幅に向上させることができる。また、光導入窓の下部はエッチング時にも不活性なパージガスにより覆われているため、光導入窓がエッチングされて光透過率が低下するということがないので、光導入窓の頻繁な交換の必要がなく、成膜とクリーニングとを連続して継続することができる。図6および図7は、本発明の他の実施例に係る光CVD装置の概略構成図である。

【0080】図6の光CVD装置が先の実施例とのそれと異なる点は、クリーニング用電極213として、ステージ202の両側面を囲む1対の電極213aを用いたことにある。また、図7の光CVD装置が図6の実施例とのそれと異なる点は、クリーニング用電極213として、一対の電極213aに下流部分でこれと直行的な方向で電極213bが橋渡しされていることにある。

【0081】上記二つの光CVD装置のクリーニング用電極は、先の実施例の場合と同様に、光入射経路を塞がず、且つスリットノズル205から導入されるガス流の妨げにならないように、光導入窓207の直下を外れた外側の位置に設置され、更に、スリットノズル205

がせり出した場合でも接触しないようになっている。また、これらクリーニング用電極213は、従来の場合と同様に、反応室201の内壁と絶縁されるとともに、電極のスパッタを防止するために、例えば、石英ガラスで形成された保護膜214で覆われている。

【0082】このように構成された光CVD装置でも、エッチング完了領域が下流側に進行していくのに伴ってスリットノズル本体205bが下流方向に迫り出していくことにより、エッチング種が下流領域にも十分供給されたため、スループットの向上が図れる。なお、クリーニング用電極213の構造は、上述した三つのものに限定されるものではなく、種々変形したものを用いることができる。

【0083】図8は本発明の他の実施例に係る水銀増感法を用いた層流方式光CVD装置の概略構成図であり、図8(a)は上から見たときの概略構成図を示し、図8(b)は横から見たときの概略構成図を示している。

【0084】図中、305は反応室を示しており、この反応室305の内部には、基板306が収容されている。この基板306は、反応室底部321に組み込まれた基板加熱用ヒータ307によって加熱されるようになっている。この基板加熱用ヒータ307は第1の温度制御装置327により制御される。すなわち、上記基板加熱用ヒータ307および第1の温度制御装置327によって基板306の温度が制御される。また、反応室305の上方には、ランプハウス301が設けられ、このランプハウス301内には、低圧水銀ランプからなる光源302が設けられている。また、ランプハウス301内にはパージガスとしてN<sub>2</sub>が導入されており、これによって大気成分（酸素ガス、水蒸気等）の光吸収による紫外光の減衰を防止している。

【0085】光源302の上方には、反射板303が配置されている。光源302から出射した光は、直接、石英等からなる光導入窓304を介して基板306に照射されるか、或いは反射板303で反射されて光導入窓304を介して基板306に照射されるようになっている。

【0086】一方、光源302の下方には、紫外光を通過する材料、例えば、石英からなるガス流制御板312が設けられている。このガス流制御板312と光導入窓304との間には、紫外光に対して透明なメッシュノズル311が設けられている。

【0087】また、反応室305の外部には、一定温度に保たれている水銀300が溜まっている水銀溜309と、SiH<sub>4</sub>等の材料ガスが収容された材料ガス供給部（不図示）と、パージガスとしてのArなどの不活性物質が収容されたパージガス供給部（不図示）と、排気口313から反応室内305内のガスを排気するための真空排気ポンプ308からなるガス排気部（不図示）とが設けられている。ここで、パージガス中に紫外光に対し

て吸収性を示す物質を混入する機構を設けても良い。

【0088】材料ガス供給部から供給された材料ガス332は、水銀溜309、材料・エッチングガス導入ノズル310a（ガスノズル）を介して反応室内305に導入される。すなわち、材料ガス32と水銀蒸気との混合ガスが反応室305内を流れる。

【0089】パージガス供給部から供給されたパージガス334は、パージガス導入ノズル310b、メッシュノズル311、ガス流制御板312を介して基板306に吹きつけられる。この結果、材料ガス332と水銀蒸気との混合ガスが基板306と平行に流れ、基板306の表面近傍に上記混合ガスの層流が形成され、それ以外の部分にはパージガス334の層流が形成される。

【0090】このような基本構成に加えて、本実施例の光CVD装置は、基板306が載置されている以外の部分の反応室底部321を加熱するための基板周囲加熱用ヒータ322と、この基板周囲加熱用ヒータ322を制御するための第2の温度制御装置328と、基板306

材料ガス導入 用バルブ	エッチングガス 導入用バルブ	冷却導入用 バルブ	基板周囲加 熱用ヒータ	基板加熱 用ヒータ
開	閉	開	オン	オフ
閉	開	閉	オン	オン

次にこのように構成された光CVD装置を用いたアモルファスシリコン膜の形成方法について述べる。

【0094】まず、材料ガス導入用バルブ324を開いて、水銀溜309において水銀蒸気と混合された材料ガス332としての $\text{SiH}_4$ ガスを材料・エッチングガス導入ノズル310aを介して反応室305に導入し、基板306の近傍に層流状のガス流を形成する。

【0095】このとき、主制御装置329は、基板加熱用ヒータ307の温度が230℃になるように、第1の温度制御装置327を制御する。更に、主制御装置329は、基板周囲加熱用ヒータ321のオフとなるように、第2の温度制御装置328を制御するとともに、冷媒導入用バルブ327を閉状態に設定し、冷却水用パイプ323に冷却水333を流す。すなわち、基板306が加熱され、その周りの部分の反応室底部321が冷却されるようにする。

【0096】ここで、光源303からの光より水銀蒸気が励起され、この励起水銀によって $\text{SiH}_4$ ガスが分解され、これによって、成膜種である $\text{SiH}_3$ ラジカルが生成される。そして、この $\text{SiH}_3$ ラジカルが基板306に付着してアモルファスシリコン膜が形成される。

【0097】このシリコン薄膜の形成において、その堆積速度は表面反応速度に依存しており、いわゆる、活性化型の基板表面温度依存性を示す。図9はそのことを示す基板温度と堆積温度との関係を示す特性図である。こ

が載置されている以外の部分の反応室底部321を冷却するための冷却水333を循環させるための冷却水用パイプ323とを備えている。

【0091】更に、上記第1の温度制御装置327、第2の温度制御装置328、冷却水用パイプ323に設けられた冷媒導入用バルブ326、エッチングガス331の導入用パイプに設けられたエッチングガス導入用バルブ325および材料ガス332の導入用パイプに設けられた材料ガス導入用バルブ324を制御するための主制御装置329を備えている。

【0092】この主制御装置329は、材料ガス導入用バルブ324およびエッチングガス導入用バルブ325の開閉の対応して、表1に示すように、基板加熱用ヒータ307および基板周囲加熱用ヒータ322がオンまたはオフとなるように、互いに独立の第1の温度制御装置327および第2の温度制御装置328を制御する。

【0093】

【表1】

材料ガス導入 用バルブ	エッチングガス 導入用バルブ	冷却導入用 バルブ	基板周囲加 熱用ヒータ	基板加熱 用ヒータ
開	閉	開	オン	オフ
閉	開	閉	オン	オン

の図9から堆積速度は基板温度の増加に伴って単調に増加することが分かる。

【0098】このため、上記の如きに基板306を加熱し、その周りの部分の反応室底部321を冷却することにより、基板306の周りの反応室底部321の堆積速度を抑制することができ、その値は従来構造の約1/3程度となることを確認した。したがって、本実施例によれば、成膜時に基板以外の部分に被着する堆積物（不要堆積物）の量を大幅に低減できる。一方、上記成膜の際に反応室305の内部に堆積したアモルファスシリコン膜の除去方法は下記の手順で行う。

【0099】先ず、反応室305から基板306を搬出する。次いでエッチングガス導入用バルブ325を開いて、反応室305内にエッチングガス331として、例えば、 $\text{SF}_6$ ガスを流量100SCCMの条件で導入する。これと同時に光導入窓304のエッチングを防止するための不活性なパージガスとして、例えば、Arガスを流量4.5SLMの条件でパージガス用ノズル310bから導入する。また、反応室305の内部は、真空排気ポンプ308により、約0.5 Torrにまで減圧される。

【0100】ここで、主制御装置329により、基板加熱用ヒータ307および基板周囲加熱用ヒータ321の温度が共に230℃になるように第1および第2の温度制御327、328を制御するとともに、冷媒導入用バ

ルブ327を開状態に設定する。すなわち、基板306およびその周りの部分の反応室底部321が伴に加熱されるようにする。

【0101】そして、高周波電源315によって、例えば、200WのRFパワーをクリーニング用電極314に与える。この結果、クリーニング用電極314と反応室305の内壁との間でプラズマ放電領域が形成され、エッチングガス331である $\text{SF}_6$ ガスが分解され、エッチング種である原子状Fが生成される。この原子状Fによって反応室305の内部に被着した水素化アモルファスシリコン膜がエッチング除去される。

【0102】このエッチング工程においても、エッチング速度は表面反応速度に依存しており、いわゆる、活性化型の基板表面温度依存性を示し、図9に示すように、基板温度の上昇に伴ってエッチング速度が速くなる。

【0103】このため、上記の如きに基板306およびその周りの部分の反応室底部321を同程度の高温に加熱することにより、エッチング速度は従来の約1.5倍となることを確認した。

【0104】したがって、成膜時における反応室305の内部に被着する水素化アモルファスシリコン膜の低減化およびエッチング速度の増加によって、従来の光CVD装置に比べて、反応室内305のクリーニング時間が大幅に短縮され、スループットの向上を大幅に図ることができる。

【0105】以上述べたように、本実施例によれば、基板306およびその周囲の部分の反応室底部321の温度を独立に制御できるので、成膜時における基板周囲の反応室底部321に被着する膜の発生を抑制できるとともに、クリーニング時におけるエッチング速度を向上できるので、クリーニングプロセスに要する時間を大幅に短縮でき、スループットの大幅な改善を図ることができる。

【0106】なお、本実施例では、水銀増感法を用いた層流方式光CVD装置の場合について説明したが、本発明は、水銀増感反応を用いない直接励起型の光CVD法や、プラズマCVD法等のCVD装置にも適用できる。

【0107】また、本実施例では、基板周囲の反応室底部のみを加熱・冷却する構成のCVD装置について説明したが、反応室底部だけではなく、その他の部分についても同様に加熱・冷却できる構成としても良い。このような構成のCVD装置のほうが反応速度の制御範囲が広がるので、その効果も大きくなる。

【0108】更に、本実施例では、基板周囲の部分の反応室底部を加熱・冷却するために、ヒーター、冷却水を利用したが、熱電効果を利用したペルチェ素子を使用することにより、電流制御のみで加熱・冷却を行なうことができる。このようなペルチェ素子を使用することにより、制御機構の単純化が図れる。

【0109】図11は、本発明の他の実施例に係る水銀

増感法を用いた層流方式光CVD装置の概略構成図であり、図11(a)は上から見たときの概略構成図を示し、図11(b)は横から見たときの概略構成図を示している。本実施例の光CVD装置が、先の実施例のそれと異なる点は、基板周囲の部分の反応室底部を加熱および冷却を伴に熱媒によって行なうことにある。

【0110】図中、405は反応室を示しており、この反応室405の内部には、基板406が收容されている。この基板406は、反応室底部431に組み込まれた基板加熱用ヒータ407によって加熱されるようになっている。また、反応室405の上方には、ランプハウス401が設けられ、このランプハウス401内には、低圧水銀ランプからなる光源402が設けられている。また、ランプハウス401内にはパージガスとして $\text{N}_2$ が導入されており、これによって大気成分(酸素ガス、水蒸気等)の光吸収による紫外光の減衰を防止している。

【0111】光源402の上方には、反射板403が配置されている。光源402から出射した光は、直接、石英等からなる光導入窓404を介して基板406に照射されるか、或いは反射板403で反射されて光導入窓404を介して基板406に照射されるようになっている。

【0112】一方、光源402の下方には、紫外光を通過する材料、例えば、石英からなるガス流制御板412が設けられている。このガス流制御板412と光導入窓404との間には、紫外光に対して透明なメッシュノズル411が設けられている。

【0113】反応室405の外部には、一定温度に保たれている水銀400が溜まっている水銀溜409と、 $\text{SiH}_4$ 等の材料ガスが收容された材料ガス供給部(不図示)と、パージガスとしての $\text{Ar}$ などの不活性物質が收容されたパージガス供給部(不図示)と、反応室405内のガスを排気口413からするための真空排気ポンプ408からなるガス排気部(不図示)とが設けられている。なお、パージガス中に紫外光に対して吸収性を示す物質を混入する機構を設けても良い。

【0114】材料ガス供給部から供給された材料ガス422は、水銀溜409、材料・エッチングガス導入ノズル410aを介して反応室内405に導入される。すなわち、材料ガス42と水銀蒸気との混合ガスが反応室405内を流れる。

【0115】パージガス供給部から供給されたパージガス434は、パージガス導入ノズル410b、メッシュノズル411、ガス流制御板412を介して基板406に吹きつけられる。この結果、材料ガス422と水銀蒸気との混合ガスが基板406と平行に流れ、基板406の表面近傍に上記混合ガスの層流が形成され、それ以外の部分にはパージガス434の層流が形成される。

【0116】このような基本構成に加えて、本実施例の

光CVD装置は、基板406が載置されている以外の部分の反応室底部421を熱媒により加熱または冷却するための熱媒循環用パイプ433と、低温熱媒循環装置442と、高温熱媒循環装置443と、バルブ開閉制御装置441とを備えている。熱媒として、例えば、パーフルオロポリエーテルを使用する。

【0117】上記バルブ開閉制御装置441は、熱媒循環用パイプ433に挿設されたバルブ444a、444b、445aおよび445bの開閉の制御、更に、エッチングガス421を反応室405内に導入するためのエッチングガス導入用バルブ425および材料ガス422を反応室405内に導入するための材料ガス導入用バルブ424の開閉の制御を行なう。

【0118】このバルブ開閉制御装置441は、材料ガス導入用バルブ424およびエッチングガス導入用バルブ425の開閉に対応して、次のように熱媒循環用パイプ433に挿設されたバルブ444a、444b、445aおよび445bの開閉の制御を行なう。

【0119】すなわち、材料ガス導入用バルブ424およびエッチングガス導入用バルブ425が、それぞれ、開状態および閉状態のとき、つまり、膜形成時には、バルブ444aおよび444bを開状態、バルブ445aおよび445bを閉状態とする。一方、材料ガス導入用バルブ424およびエッチングガス導入用バルブ425が、それぞれ、閉状態および開状態のとき、つまり、エッチング時には、バルブ444aおよび444bを閉状態、バルブ445aおよび445bを開状態とする。次にこのように構成された光CVD装置を用いたアモルファスシリコン膜の形成方法について述べる。

【0120】まず、材料ガス導入用バルブ424を開き、エッチングガス導入用バルブ425を閉じ、水銀溜409において水銀蒸気と混合された材料ガス432としての $\text{SiH}_4$ ガスを材料・エッチングガス導入ノズル410aを介して反応室405に導入し、基板406の近傍に層流状のガス流を形成する。

【0121】このとき、バルブ開閉制御装置441によって、バルブ444aおよび444bが開状態、バルブ445aおよび445bが閉状態となるため、基板406の周囲の反応室底部431には低温熱媒循環装置442で15℃に冷却された熱媒だけ循環する。また、基板406は基板加熱用ヒータ407によって230℃に加熱される。

【0122】ここで、光源402からの光より水銀蒸気が励起され、この励起水銀によって $\text{SiH}_4$ ガスが分解され、これによって、成膜種である $\text{SiH}_3$ ラジカルが生成される。そして、この $\text{SiH}_3$ ラジカルが基板406に付着してアモルファスシリコン膜が形成される。

【0123】このシリコン薄膜の形成において、その堆積速度は、先の実施例と同様に、表面反応速度に依存しているため、先に示した図9と同様に、堆積速度は基板

温度の増加に伴って単調に増加することが分かる。

【0124】このため、上記の如きに基板406を加熱し、その周りの部分の反応室底部431を冷却することにより、基板406の周りの反応室底部431の堆積速度を抑制することができ、その値は従来構造の約1/5程度となることを確認した。したがって、本実施例によれば、成膜時に基板以外の部分に被着する堆積物（不要堆積物）の量を大幅に低減できる。一方、上記成膜の際に反応室405の内部に堆積したアモルファスシリコン膜の除去方法は下記の手順で行う。

【0125】先ず、反応室405から基板406を搬出する。次いでエッチングガス導入用バルブ425を開き、材料ガス導入用バルブ424を閉じて、反応室405内にエッチングガス421として、例えば、 $\text{SF}_6$ ガスを流量100SCCMの条件で導入する。これと同時に光導入窓404のエッチングを防止するための不活性なパージガスとして、例えば、Arガスを流量4.5SLMの条件でパージガス用ノズル410bから導入する。また、反応室405の内部は、真空排気ポンプ408により、約0.5Torrにまで減圧される。

【0126】そして、高周波電源415によって、例えば、200WのRFパワーをクリーニング用電極414に与える。この結果、クリーニング用電極414と反応室405の内壁との間でプラズマ放電領域が形成され、エッチングガス421である $\text{SF}_6$ ガスが分解され、エッチング種である原子状Fが生成される。この原子状Fによって反応室405の内部に被着した水素化アモルファスシリコン膜がエッチング除去される。

【0127】このとき、バルブ開閉制御装置441により、バルブ444aおよび444bを閉状態、バルブ445aおよび445bを開状態とし、基板406の周囲の反応室底部431には高温熱媒循環装置443で180℃に加熱された熱媒が循環する。また、基板406は基板加熱用ヒータ407によって230℃に加熱される。

【0128】このエッチング工程においても、先の実施例と同様に、エッチング速度は表面反応速度に依存し、先に示した図9のように、基板温度の上昇に伴ってエッチング速度が速くなる。

【0129】このため、上記の如きに基板406およびその周りの部分の反応室底部431を高温度に加熱することにより、エッチング速度は従来の約1.5倍となることを確認した。

【0130】したがって、成膜時における反応室405の内部に被着する水素化アモルファスシリコン膜の低減化およびエッチング速度の増加によって、従来の光CVD装置に比べて、反応室内405のクリーニング時間が大幅に短縮され、スループットの向上を大幅に図ることができる。

【0131】以上述べたように、本実施例でも先の実施

例と同様に、基板406およびその周囲の部分の反応室底部431の温度を独立に制御できるので、成膜時における基板周囲の反応室底部431に被着する膜を抑制できるとともに、クリーニング時におけるエッチング速度を向上できるので、クリーニングプロセスに要する時間を大幅に短縮でき、スループットの大幅な改善を図ることができる。

【0132】なお、本実施例では、水銀増感法を用いた層流方式光CVD装置の場合について説明したが、本発明は、水銀増感反応を用いない直接励起型の光CVD法や、プラズマCVD法等のCVD装置にも適用できる。

【0133】また、本実施例では、基板周囲の反応室底部のみを加熱または冷却する構成のCVD装置について説明したが、反応室底部だけではなく、その他の部分についても同様に熱媒によって加熱または冷却できる構成としても良い。このような構成のCVD装置のほうが反応速度の制御範囲が広がるので、その効果も大きくなる。

【0134】図12、図13は、本発明の他の実施例に係る水銀増感法を用いた層流方式光CVD装置の概略構成図であり、それぞれ、成膜開始前および成膜時の状態を示すものである。

【0135】本実施例の光CVD装置が従来のそれと異なる点は、光遮断器503に基板506を加熱するための赤外線発生器からなる基板加熱装置511（加熱手段）が組み込まれている点にある。また、光遮断器503には赤外光を反射する反射板513が設けられ、基板加熱装置511によって効率良く基板506を加熱できるようにしている。

【0136】成膜開始前は、ランプハウス501内に設けられた低圧水銀ランプ502からの光が基板506に照射されないように、図12に示すように、光遮断器503は低圧水銀ランプ502の下部に位置している。上記ランプハウス501内は紫外光を吸収しないガス、例えば、N<sub>2</sub>ガスによりパージされている。

【0137】更に、本実施例の場合、従来とは異なり、基板加熱装置511により、成膜前にあらかじめ基板506を、例えば、250℃程度に加熱しておく。また、光遮断器503内には冷却装置512が設けられており、これによって基板加熱装置511による光遮断器503自身の温度上昇が防止されている。

【0138】一方、成膜時には、図13に示すように、光遮断器503を開いて、基板加熱装置511による基板506の加熱を中断するとともに、低圧水銀ランプ502からの紫外光500を、合成石英などの紫外光を透過する材料からなる光導入窓504を介して、反応室505内に配置された基板506の表面に照射させる。このとき、基板506は、基板加熱用ヒーター507により200～300度に加熱され、また、反応室505は、メカニカルブースターポンプ等の真空排気装置50

8により、0.2 Torr程度の圧力に排気されるとともに、反応室505内に材料ガス514として流量20 SCCMのSiH<sub>4</sub>ガスを材料ガス導入用ノズル510を介して導入する。このSiH<sub>4</sub>は、90度程度に加熱された水銀500が溜まっている水銀溜509を通過し、光励起用水銀蒸気と混合された状態で、反応室505内に導入される。

【0139】この結果、光源502からの紫外光より水銀蒸気が励起され、この励起水銀によってSiH<sub>4</sub>ガスが分解され、これによって、成膜種であるSiH<sub>3</sub>ラジカルが生成される。そして、このSiH<sub>3</sub>ラジカルが基板506に付着してアモルファスシリコン膜が形成される。

【0140】このアモルファスシリコン薄膜の形成においては、成膜開始前は光遮断器503に設けられた基板加熱装置511によって、基板506があらかじめ加熱されるため、基板506の温度は成膜を開始しても上昇することがなく、安定する。図14はそのことを示す照射時間と基板温度との関係を示す特性図である。本発明によれば、成膜開始の前後において、基板温度を250℃に保つことができるが、従来の場合には、成膜直後に基板温度が急激に上昇する。これは従来の場合には、成膜開始直後において、基板が光源が発する赤外光を吸収するからである。一方、本発明の場合には、光源が発する赤外光の吸収による基板温度の上昇程度まで、基板加熱装置511によって、あらかじめ基板506を加熱しているので、従来のように、基板温度が急激に上昇することはない。

【0141】したがって、本実施例によれば、成膜開始時における基板温度の急激な温度上昇を防止できるので、膜厚方向の膜質が一律なアモルファスシリコン膜が得られる。

【0142】なお、成膜直後における基板温度の変化をできるだけ少なくするためには、基板加熱装置511によって基板506に与えられる熱量と、光源502からの光によって基板506に与えられる熱量とを同じにする必要がある。

【0143】なお、本実施例では、材料ガスとしてSiH<sub>4</sub>を用いた水銀増感光CVD装置について述べたが、本発明は、材料ガスとしてジシラン(Si<sub>2</sub>H<sub>6</sub>)を使用した直接励起光CVD装置にも適用できる。次に本発明の他の実施例に係る水銀増感法を用いた層流方式光CVD装置について説明する。

【0144】本実施例の光CVD装置が先に説明した図12、図13のそれと異なる点、基板加熱装置を組み込んだ光遮断器の代わりに、紫外光を遮断し、赤外光を透過する材料、例えば、ガラスからなる光遮断器を用いる点にある。

【0145】このような光遮断器を用いた光CVD装置によれば、成膜開始前の光遮断器が閉じた状態でも、光

源からの光のうち、加熱効果の高い赤外光が選択的に基板に照射されるので、基板温度が上昇する。一方、従来の光CVD装置では、Alやステンレスで形成された光遮断器を使用していたので、本実施例のように、成膜開始前に基板温度を高くすることはできない。

【0146】したがって、本実施例の光CVD装置でも、先の実施例と同様に、成膜前にあらかじめ基板を加熱でき、成膜直後における基板温度の急激な上昇を防止できるので、膜厚方向の膜質が一樣な高品質なアモルファスシリコン膜などの膜を形成することができる。図15は、本発明の他の実施例に係る水銀増感法を用いた光CVD装置の概略構成を示す模式図である。

【0147】図中、601は反応室を示しており、この反応室601にはスリットノズル602が設けられている。このスリットノズル602により、水銀増感反応に用いる水銀蒸気603とキャリアガス604（例えば、Arガス）との混合ガス611を反応室601に導入できるようになっている。このとき、水銀の蒸気圧を稼ぐために水銀溜612を90℃程度に加熱することが望ましい。

【0148】また、反応室601の下方には、基板605を載置するための試料台616が設置されている。この試料台616には、基板605を加熱するための基板加熱用ヒーター606が組み込まれている。一方、反応室601の上方には、例えば、低圧水銀ランプからなる光源607が設置されており、この光源607からの光は、光透過窓608を通して基板605に照射されるようになっている。

【0149】また、水銀増感反応により生成されるSiH<sub>3</sub>等のラジカルを基板側に押さえつけ、光透過窓608へのラジカルの飛来を防ぐために、光透過窓608の近傍から材料ガス610を吹き出すためのメッシュノズル609が設けられている。ここで、メッシュノズル609から吹き出すガスの流量により、ラジカルが光透過窓608へ飛来することを防ぐ能力が決まるので、メッシュノズル609から吹き出すガス流量を多くするために、材料ガス610にAr等の不活性ガス或いは水素などを混合しても良い。

【0150】具体的な成膜条件を示すと、反応室601内の圧力を0.5 Torr程度に保ち、スリットノズル602からArガスを0.6 SLM導入するとともに、メッシュノズル609から0.1 SLMのシランガス(SiH<sub>4</sub>)と4.4 SLMのArガスを導入する。そして、紫外光の照度を基板605上で約30 mW/cm<sup>2</sup>としてアモルファスシリコン膜を形成する。

【0151】本実施例の光CVD装置によれば、メッシュノズル609から吹き出すSiH<sub>4</sub>ガスとスリットノズル602から吹き出される水銀とが基板近傍の領域613で初めて衝突し、このSiH<sub>4</sub>ガスと水銀ガスとの混合ガス614が基板近傍の領域613で形成され、そ

こでの光照射により成膜に直接寄与するSiH<sub>3</sub>ラジカルが生成され、基板605へ輸送される。

【0152】このため、反応室601の外部であらかじめ形成されたシランガスと水銀ガスとの混合ガスを反応室601内に導入する場合に比べて、成膜に直接寄与するSiH<sub>3</sub>ラジカルが基板605に飛来するまでの時間が短縮される。

【0153】したがって、本実施例によれば、SiH<sub>3</sub>ラジカルが、基板表面に飛来する前に、成膜に悪影響を与えるSiH<sub>2</sub>ラジカルに分解されるのを抑制できるので、基板面内で膜質が一樣な高品質なアモルファスシリコン膜が得られる。次に本発明の他の実施例に係る水銀増感法を用いた光CVD装置について説明する。

【0154】本実施例の光CVD装置が先に説明した図15のそれと異なる点は、光透過窓608の表面に光フィルタを設け、光源からの光に含まれる紫外光のうち、上記光フィルタにより波長が185 nmの紫外光を吸収し、波長が254 nmの紫外光を反応室内に導入することにある。

【0155】このように構成された光CVD装置によれば、材料ガスとして、254 nmの紫外光により分解されず、Si原子を含む物質、例えば、ジシラン(Si<sub>2</sub>H<sub>6</sub>)、トリシラン(Si<sub>3</sub>H<sub>8</sub>)、テトラシラン(n-Si<sub>4</sub>H<sub>10</sub>)などを用いれば、光透過窓近傍における紫外光照射によって生成される反応性生物の量を低減できる。このため、光透過窓に被着する反応性生物の量を低減できるので、光照射量の低減による膜質の不均一性や成膜速度の低下を防止できる。

【0156】なお、本実施例では、アモルファスシリコン膜の成膜について述べたが、マイクロクリスタル等の半導体薄膜の成膜にも本発明を適用できる。更に、アモルファスSiCやアモルファスSiN等を成膜する場合には、メタン、水素、窒素、アンモニア等の光源からの光を吸収しないガスと、シランやジシランなどの材料ガスとの混合ガスにより光透過窓をパージすることも有効な方法である。更にまた、本実施例では、一般的な光CVD装置について述べたが、ガスを基板表面に沿って流す層流方式の光CVD装置にも適用できる。

【0157】なお、本発明は上述した実施例に限定されるものではなく、上記実施例を種々組み合わせても良い。その他、本発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々変形して実施できる。

【0158】

【発明の効果】以上詳述したように本発明（請求項1）によれば、材料ガスの供給と共通に用いられる第1のガスノズルから供給されるエッチングガスの下流に、第2のガスノズルが設けられている。

【0159】このため、第2のガスノズルから供給されるエッチングガスによって、下流側にもエッチング種が十分に行き渡る。したがって、従来のCVD装置に比べ

て、下流側のエッチング速度が速まるので、反応室内のクリーニング時間が大幅に短縮され、スループットの向上を図ることができる。

【0160】また、本発明の他のCVD装置（請求項2）によれば、ガスノズルがエッチングガスの下流方向に可動自在であるので、エッチング完了領域が下流側に進行していくのに伴って、上記ガスノズルを下流方向に移動させることによって、エッチング種が下流領域にも十分供給される。したがって、下流側のエッチング速度が速まるので、反応室内のクリーニング時間が大幅に短縮され、スループットの向上を図ることができる。

【0161】また、本発明の他のCVD装置（請求項3、4）によれば、基板の温度を制御するための第1の温度制御手段と、基板以外の部分の温度を制御するための第2の温度制御手段とによって、成膜時には基板の温度を高く、基板以外の部分の温度を低くすることにより、基板以外の部分に被着する堆積物（不要堆積物）の量を大幅に低減できる。

【0162】一方、基板以外の部分に被着した不要堆積物のエッチング除去時には基板およびそれ以外の部分の温度を高くすることにより、不要堆積物のエッチング速度が速めることができる。

【0163】したがって、成膜時における不要堆積物の低減化および不要堆積物のエッチング速度の増加によって、従来のCVD装置に比べて、反応室内のクリーニング時間が大幅に短縮され、スループットの向上を大幅に図ることができる。

【0164】また、本発明の他のCVD装置（請求項5）によれば、基板を加熱するための加熱手段を有する光遮断器によって、成膜開始前にあらかじめ基板を加熱しておくことによって、成膜開始直後の基板の急激な温度上昇を防止できる。したがって、終始安定した基板温度で成膜を行なうことができるので、膜厚方向に対する膜質を均一化することができる。

【0165】また、本発明の他のCVD装置（請求項6）によれば、紫外光を遮断し、赤外光を透過する光遮断器によって、成膜開始直後における赤外光による基板の急激な温度上昇を防止できる。したがって、終始安定した基板温度で成膜を行なうことができるので、膜厚方向の膜質が一様な膜が得られる。

【0166】また、本発明の他のCVD装置（請求項7）によれば、水銀ガスを反応室内に導入するための第1のガスノズルと、水銀ガスが基板の表面に押さえ付けらるるよう、前記材料ガスを前記反応室内に導入するための第2のガスノズルとによって、材料ガスと水銀ガスとの混合ガスが基板表面の全面近傍で形成され、そこで光照射により成膜に直接寄与する反応種が形成される。

【0167】このため、反応室の外部であらかじめ形成された材料ガスと水銀ガスとの混合ガスを反応室内に導

入する場合に比べて、成膜に直接寄与する反応種が基板に飛来するまでの時間が短縮される。

【0168】したがって、上記反応種が基板表面の全面に飛来する前に、上記反応種が成膜に悪影響を与える反応種に分解されるのを抑制できるので、基板面内で膜質が一様な膜が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例に係る光CVD装置の概略構成図。

【図2】本発明の他の実施例に係る光CVD装置の概略構成図。

【図3】本発明の他の実施例に係る光CVD装置を横から見たときの概略構成図（成膜時）。

【図4】本発明の他の実施例に係る光CVD装置を横から見たときの概略構成図の概略構成図（エッチング時）。

【図5】本発明の他の実施例に係る光CVD装置を上から見たときの概略構成図（エッチング時）。

【図6】本発明の他の実施例に係る光CVD装置の概略構成図。

【図7】本発明の他の実施例に係る光CVD装置の概略構成図。

【図8】本発明の他の実施例に係る光CVD装置の概略構成図。

【図9】基板温度と堆積速度との関係を示す特性図。

【図10】基板温度とエッチング速度との関係を示す特性図。

【図11】本発明の他の実施例に係る光CVD装置の概略構成図。

【図12】本発明の他の実施例に係る光CVD装置の概略構成図。

【図13】本発明の他の実施例に係る光CVD装置の概略構成図。

【図14】本発明の効果の説明するための図。

【図15】本発明の他の実施例に係る光CVD装置の概略構成図。

【図16】従来の光CVD装置の概略構成図（側面図）。

【図17】従来の光CVD装置の概略構成を示す模式図（上面図）。

【図18】光CVD装置の概略構成を示す模式図（正面図）。

【符号の説明】

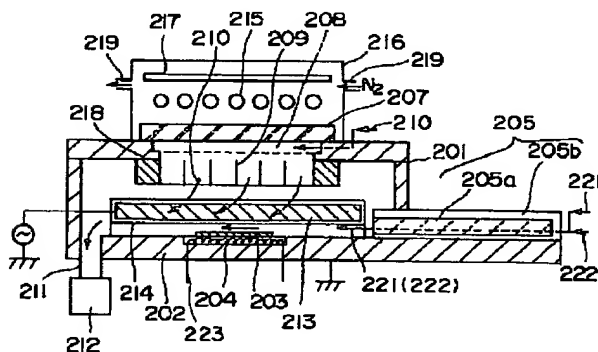
101…反応室、102…ステージ、103…基板、104…ホットプレート、105a（第1のガスノズル）、105b（第2のガスノズル）…スリットノズル、106…ヒーター107…光導入窓、108…メッシュプレート、109…フローガードプレート、110…パージガス、111…排気口、112…排気ポンプ、113…クリーニング用電極（被着物除去用の放電電



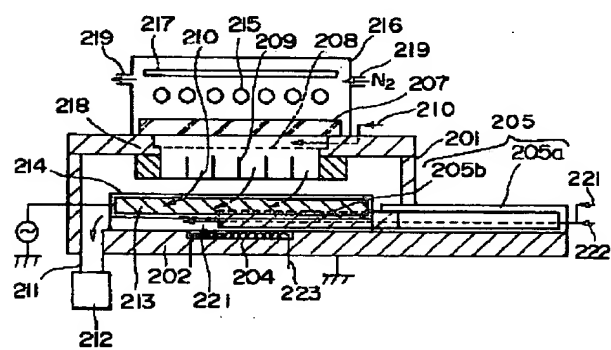
極)、114…保護膜、115…光源、116…ランプハウス、117…反射板、118…ホルダー板、119…パイプ、121…エッチングガス、122…材料ガス。201…反応室、202…ステージ、203…基板、204…ホットプレート、205…スリットノズル(ガスノズル)、205a…ノズルホルダー、205b…スリットノズル本体、207…光導入窓、208…メッシュプレート、209…フローガードプレート、210…パージガス、211…排気口、212…排気ポンプ、213…クリーニング用電極、214…保護膜、215…光源、216…ランプハウス、217…反射板、218…ホルダー板、219…パイプ、221…エッチングガス、222…材料ガス、223…ヒーター。300…水銀、301…ランプハウス、302…光源、303…反射板、304…光導入窓、305…反応室、306…基板、307…基板加熱用ヒータ、308…真空排気ポンプ、309…水銀溜、310a…材料ガス導入ノズル、310b…パージガス導入ノズル、311…パージガス導入ノズルプレート、312…ガス流制御板、313…排気口、314…クリーニング用電極、315…高周波電源、321…反応室底部、322…基板周囲加熱用ヒータ、323…冷却水用パイプ、324…材料ガス導入用バルブ、325…エッチングガス導入用バルブ、326…冷媒導入用バルブ、327…第1の温度制御装置、328…第2の温度制御装置、329…主制御装置、331…エッチングガス、332…材料ガス、333…冷却水。400…水銀、401…ランプハウス、

402…光源、403…反射板、404…光導入窓、405…反応室、406…基板、407…基板加熱用ヒータ、408…真空排気ポンプ、409…水銀溜、410a…材料・エッチングガス導入ノズル(ガスノズル)、410b…パージガス導入ノズル、411…パージガス導入ノズルプレート、412…ガス流制御板、413…排気口、414…クリーニング用電極、415…高周波電源、421…反応室底部、422…基板周囲加熱用ヒータ、424…材料ガス導入用バルブ、425…エッチングガス導入用バルブ、426…冷媒導入用バルブ、427…第1の温度制御装置、428…第2の温度制御装置、429…主制御装置、431…エッチングガス、432…材料ガス、433…熱媒循環用パイプ。500…水銀、501…ランプハウス、502…低圧水銀ランプ、503…光遮断器、504…光導入窓、505…反応室、506…基板、507…基板加熱用ヒータ、508…真空排気装置、509…水銀溜、510…材料ガス導入用ノズル、511…基板加熱装置(加熱手段)、512…冷却装置、513…反射板、514…材料ガス。601…反応室、602…スリットノズル(第1のガスノズル)、603…水銀蒸気、604…キャリアガス、605…基板、606…基板加熱用ヒータ、607…光源、608…光透過窓、609…メッシュノズル(第2のガスノズル)、610…材料ガス、611…混合ガス(水銀蒸気+キャリアガス)、612…水銀溜、613…、614…混合ガス(材料ガス+水銀ガス)、615…基板近傍領域、616…試料台。

【図3】



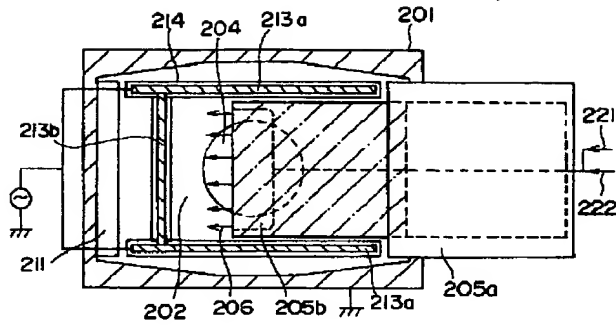
【図4】



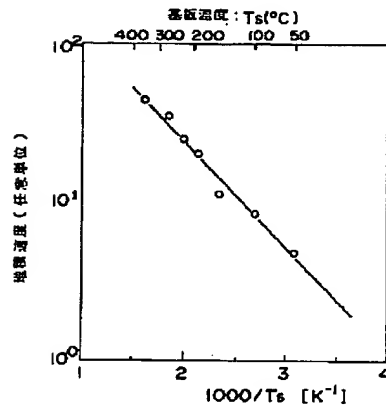




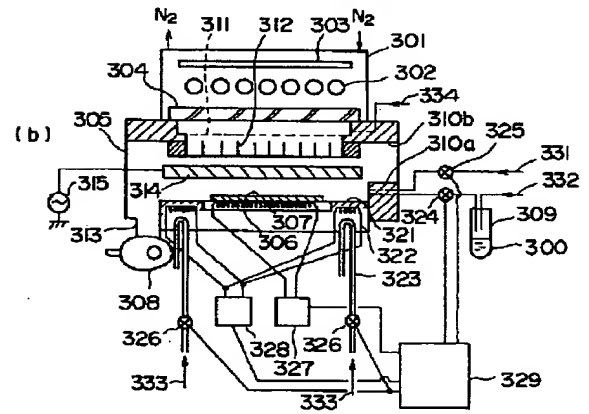
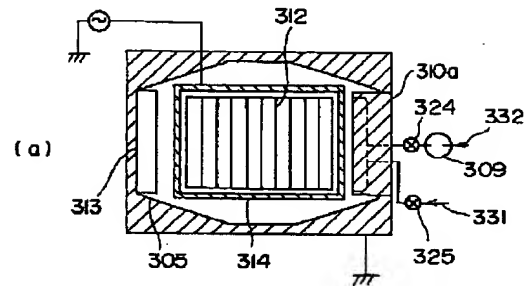
【図7】



【図9】

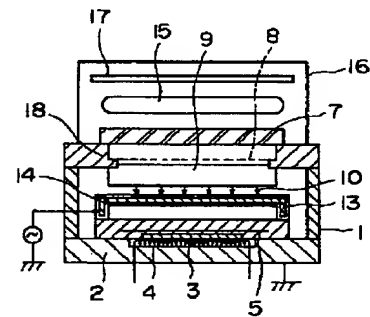
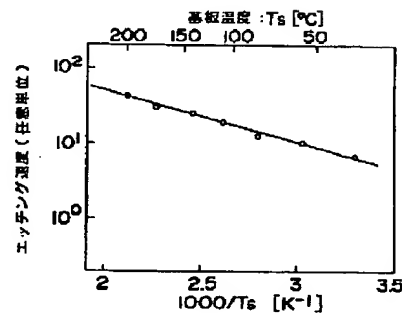


【図8】

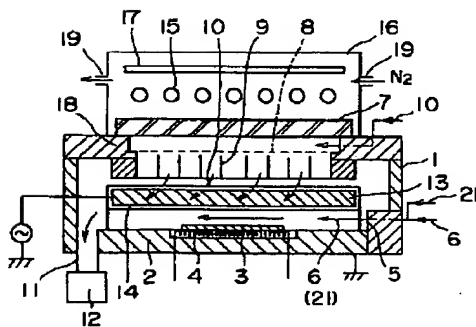


【図10】

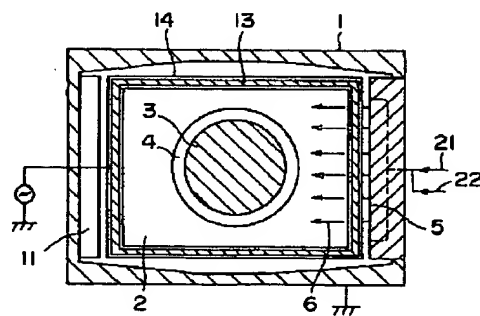
【図18】



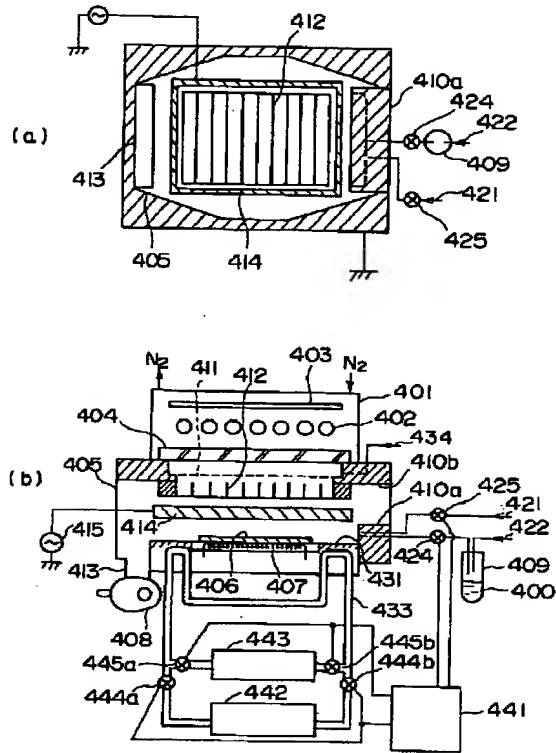
【図16】



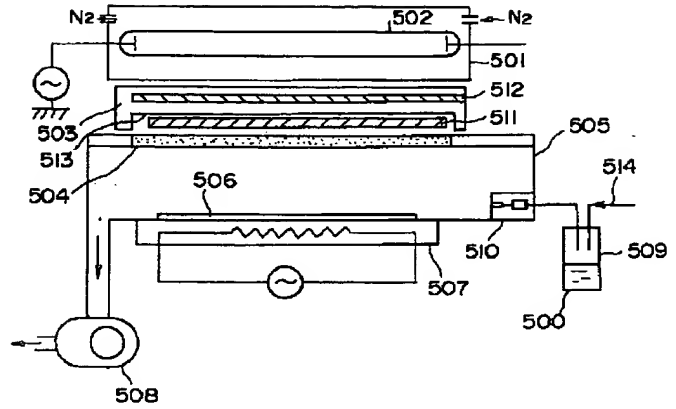
【図17】



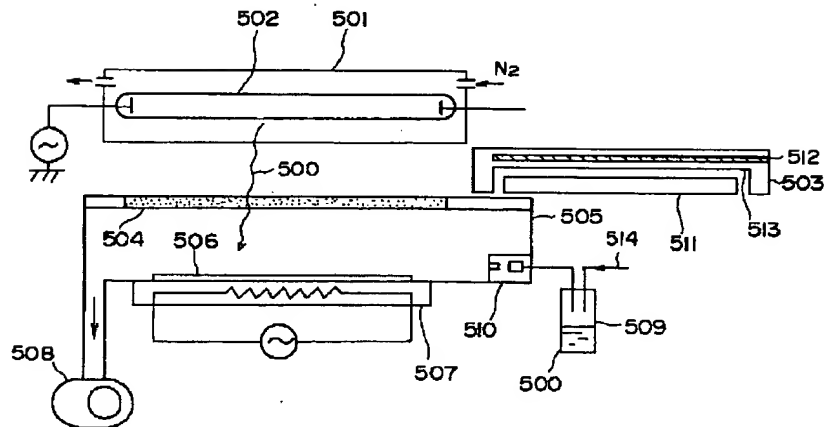
【図11】



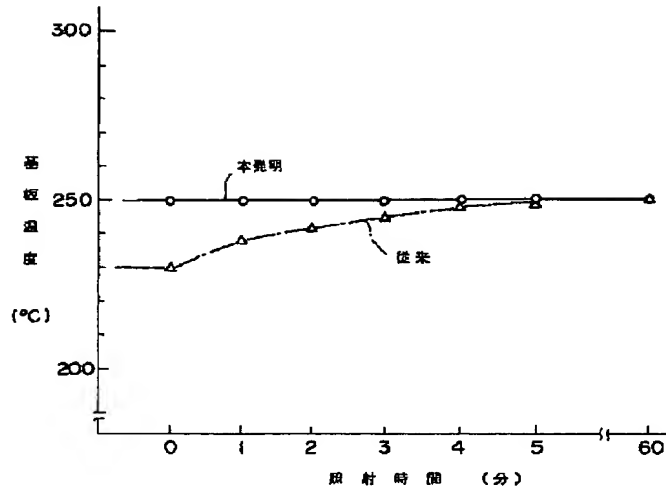
【図12】



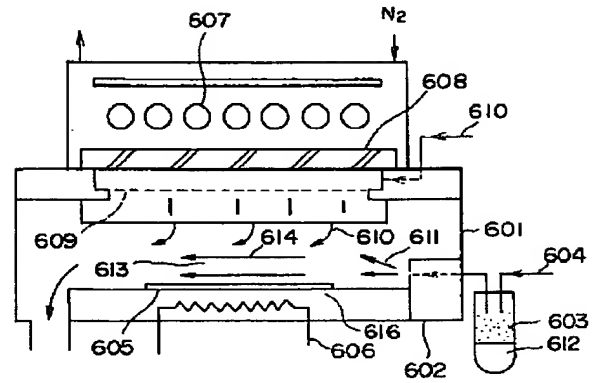
【図13】



【図14】



【図15】



フロントページの続き

(72)発明者 石塚 芳樹  
神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株  
式会社東芝研究開発センター内

(72)発明者 井原 久典  
神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株  
式会社東芝研究開発センター内  
(72)発明者 野崎 秀俊  
神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株  
式会社東芝研究開発センター内